

DielmoOpenLiDAR 2.0

para gvSIG 1.1.2

Manual de usuario



Fecha: **14/1/2010**



Índice de contenido



1.- Introducción

Después de la adquisición de datos LiDAR, disponemos de una gran nube irregular de puntos XYZ. Imaginemos al avión volando durante más de cuatro horas al día, midiendo 150.000 puntos por segundo, y para cada uno de esos puntos se guardan las coordenadas XYZ del primer y último pulso, el valor de la intensidad de la señal que vuelve hasta el sensor, el tiempo GPS, etc.

Hace unos años había muy pocos datos LiDAR disponibles, limitándose a pequeños proyectos para zonas inundables, etc., pero gracias al Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA) habrá disponibles datos LiDAR de toda España actualizados cada 4 años y toda esta información será libre para que cualquiera pueda acceder a ella.

La intención de este software es ir más allá de la visualización de los datos como se consiguió en la primera versión del software DielmoOpenLiDAR 1.0., es decir, usar el driver realizado para trabajar en aplicaciones que realmente consiguen otros productos de salida como el control de calidad de la ejecución vuelos LiDAR financiada por el Instituto Geográfico Nacional de España.

Para ello DIELMO 3D S.L. aporta su experiencia investigadora en el ámbito de la teledetección, el desarrollo de software para la generación y tratamiento de modelos digitales del terreno y para el procesado de datos LiDAR, además del conocimiento del mercado al ser uno de los principales proveedores de datos LiDAR en España y haber trabajado en numerosos proyectos de adquisición y procesado de datos para diferentes aplicaciones.

A continuación se hace una descripción de la metodología y las herramientas que hemos planteado en el desarrollo de este software libre llamado DielmoOpenLiDAR 2.0.



2.- Driver para el acceso a datos LiDAR en gvSIG

En 2008 DIELMO comenzó el desarrollo del software libre DielmoOpenLiDAR 1.0 con una fase inicial que consiste en un driver para el acceso a datos LiDAR en gvSIG. Este driver es la base para el manejo de los datos en diferentes formatos estándar, de forma que se ha dotado a gvSIG con las herramientas básicas que permiten a los desarrolladores el trabajar con datos LIDAR de la forma más transparente y sencilla posible. Por otro lado, también se permite abrir datos LiDAR originales (LAS y BIN), visualizarlos superpuestos a cualquier otra información geográfica, consultar los valores originales de cada uno de los puntos y editarlos, realizar un análisis visual de los datos y un control de calidad de los mismos.

DielmoOpenLiDAR está pensado para manejar grandes volúmenes de datos LiDAR (cientos de GigaBytes) de una forma rápida y robusta. Para ello, no carga los datos en memoria y solamente pinta los datos necesarios en función de la escala de visualización.

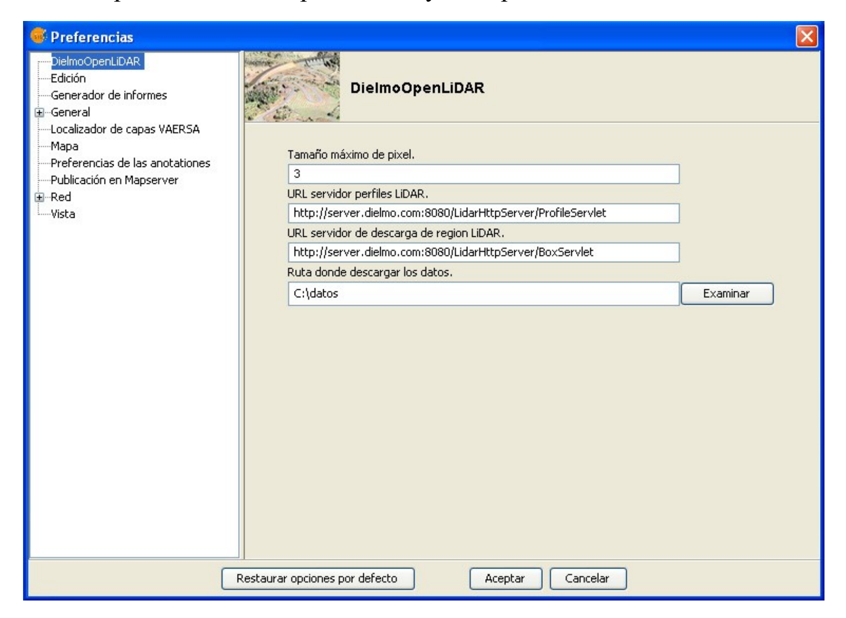
En concreto, hemos añadido a gvSIG las siguientes funcionalidades:

- Driver para el acceso a los datos LiDAR en formato LAS y BIN para lectura y escritura.
- Botones para aplicar simbología automática en función de la altura, intensidad, clasificación o color a todas las capas LiDAR disponibles en una vista de gvSIG.
- Botón para volver a aplicar una leyenda por defecto a las capas LiDAR, de forma que cada una se pinte con un símbolo único aleatorio.



3.- Configuración de las preferencias

Para entrar en las preferencias hay que ir al menú ventana/preferencias o pulsar el botón correspondiente en la vista y luego seleccionar el apartado DielmoOpenLiDAR y nos aparecerá esta ventana:



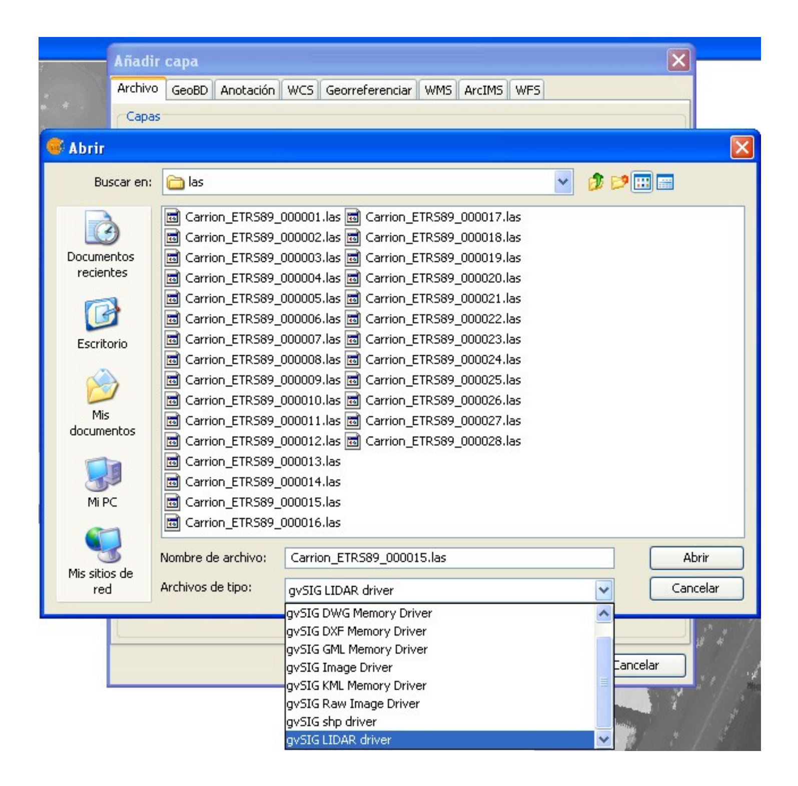
A la hora de visualizar los datos LiDAR en la vista, dependiendo de la escala de visualización los puntos se pintan con tamaños diferentes. Por ejemplo, cuando estamos muy lejos se pinta solamente un pixel por punto y cuando estamos muy cerca se pintan los puntos con un grosor mayor para que se visualicen mejor. El primer parámetro es el tamaño máximo del pixel que indica el grosor máximo que tendrán los puntos. Este parámetro es interesante a la hora de superponer los datos LiDAR con ortofotos, de forma que podamos ajustar el grosor para una mejor visualización.

Por otro lado tenemos dos parámetros para configurar a donde hacer las peticiones de perfiles y descargas por región LiDAR. De manera que si conocemos de algún servicio que de esta posibilidad nosotros podríamos hacerle peticiones configurando estos parámetros. Además, si quisiéramos guardarnos en una ruta los datos que descargamos en las peticiones de descarga por región, tenemos un cuarto parámetro que indica la ruta donde descargar los datos. Podemos hacer uso de estas descargas una vez configurado todo desde el menú LiDAR->Descargar datos LiDAR y desde ahí elegir entre descargar perfiles o descargar por región.



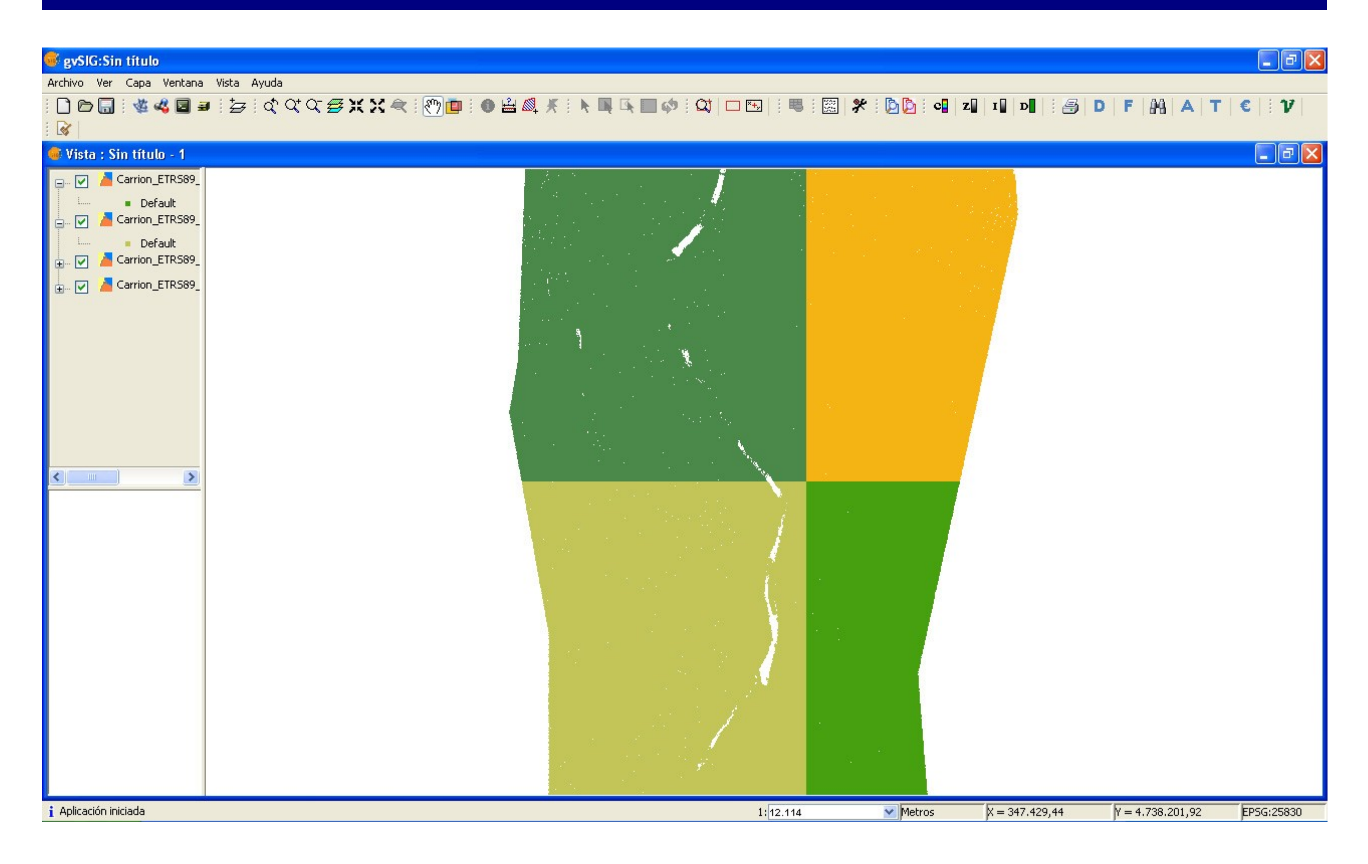
4.- Manejo de datos LiDAR en gvSIG

Una vez instalada la extensión aparecerá un nuevo driver (gvSIG LiDAR driver) en la ventana de añadir capa por fichero, y es el que debemos seleccionar para abrir un fichero LiDAR en formato LAS o BIN.



Al abrir un fichero LiDAR, éste se añade al TOC de la vista como si se tratara de una capa vectorial de puntos, aplicando un color aleatorio para cada capa. A continuación vemos como aparecen 4 ficheros LiDAR por defecto al abrirlos en gvSIG.





El driver para la visualización de los datos LiDAR en gvSIG tiene una estrategia que permite dibujar, seleccionar e imprimir los millones de puntos que pueden existir en un fichero LiDAR. La estrategia contemplada sigue la idea de que según la resolución a la que el usuario este visualizando su capa LiDAR se dibujaran más o menos puntos, de forma que se aligeren las tareas de representación, teniendo en cuenta que se quieren manejar miles de millones de puntos a la vez. Por este motivo, hay que tener en cuenta que cuando el zoom está alejado es posible que no se estén pintando todos los puntos del fichero, y se puede considerar como una previsualización hasta que no nos acercamos los suficiente.

Estos ficheros tienen una tabla asociada que en función del formato tendrá más o menos columnas y que contiene información asociada a cada punto como la altura, intensidad, clasificación, tiempo GPS, etc. Al comenzar la edición podemos cambiar los valores de esta tabla, pero no podremos modificar la estructura de la tabla al no permitirlo los formatos de este tipo de datos.







Tabla: Tabla de atributos: Carrion_ETRS89_000026.las

X	Y	Z	Intensity	Return_Nu...	Number_of_...	Scan_Directi...	Edge_of_Fli...	Classification	Scan_Angle...	File_Marker	User_Bit_Field	GPS_Time
348997.4	4737999.97	1176.62000...	2	1	2	0	0	1	0	0	87	475113.4808
348996.08	4737999.98	1175.65	2	1	2	0	0	1	0	0	87	475113.4808
348937.42	4737999.99	1156.13	1	2	3	0	0	1	0	0	87	475113.5134
348872.100...	4737999.98	1145.41	3	1	2	0	0	1	0	0	87	475113.561...
348864.100...	4737999.97	1138.16	23	2	2	0	0	1	0	0	87	475113.561...
348802.92	4737999.98	1138.24	25	1	1	0	0	1	0	0	87	475113.6144
348995.5	4737000.09	1133.41	27	1	1	0	0	1	0	0	86	474719.7872
348994.52	4737000.03	1132.98	20	2	2	0	0	1	0	0	86	474719.7872
348972.59	4737000.06...	1132.57	36	1	1	0	0	1	0	0	86	474719.8114
348973.9	4737000.17	1132.53	41	1	1	0	0	1	0	0	86	474719.8114

0 / 1078298 Total registros seleccionados.

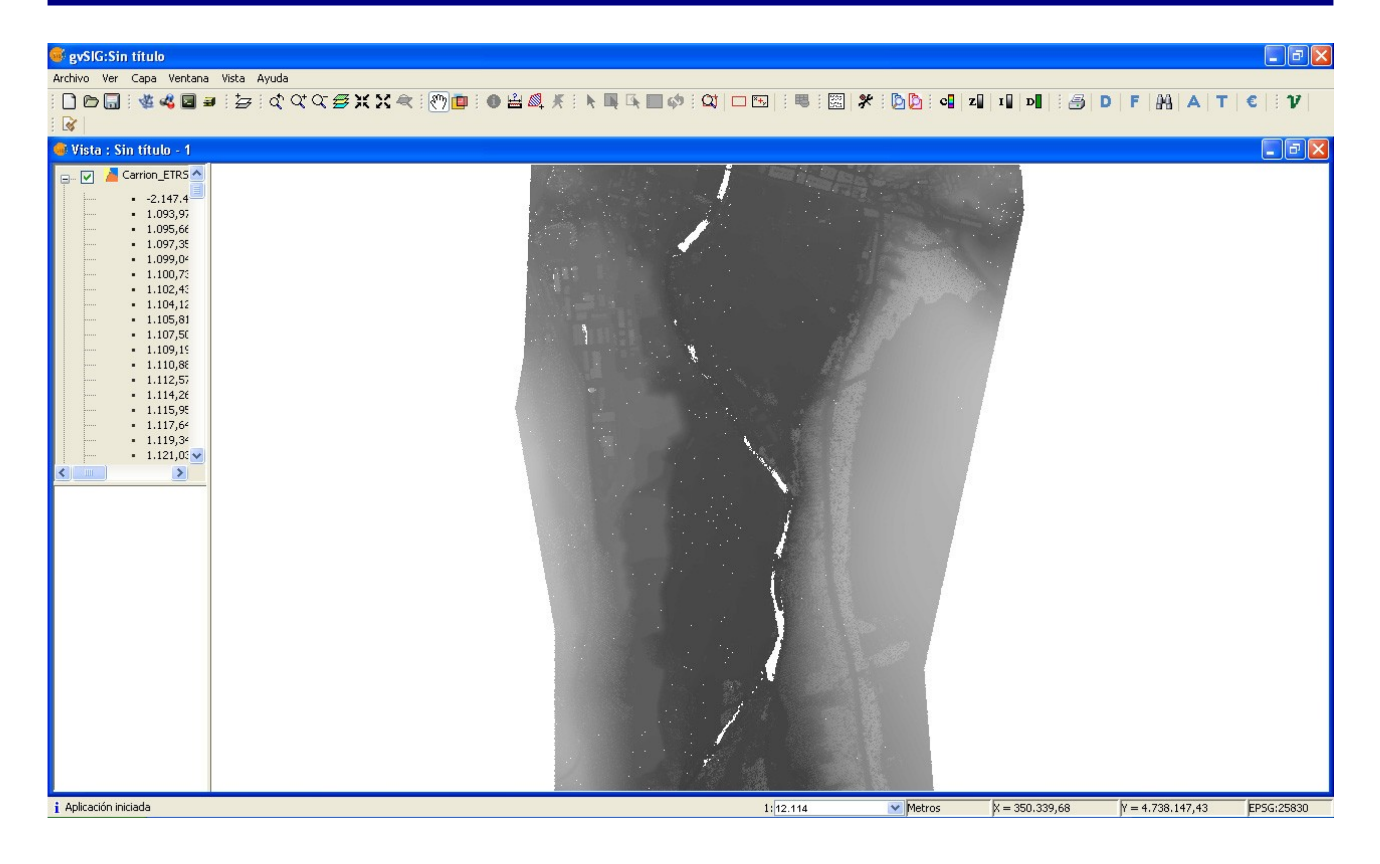
Al abrir estos ficheros en la vista aparece esta nueva barra de botones que utilizaremos para cambiar de forma automática la simbología de las capas LiDAR que tengamos abiertas en la vista.



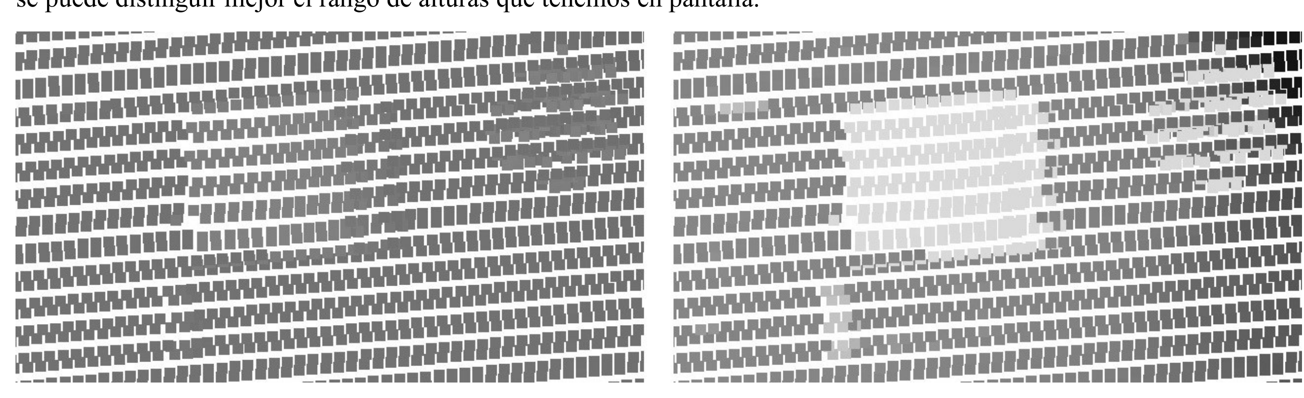
A continuación pasamos a describir lo que hace cada uno de estos botones.

Pinta los datos LiDAR en función de la altura. Al pinchar en este botón se realiza un cálculo estadístico de los valores de altura de los puntos que caen dentro de la vista. De esta forma, podemos ir ajustando la simbología para que se visualicen con más detalle las zonas que nos interesan. Esta simbología se aplica a todas las capas LiDAR disponibles en la vista, de forma que los datos se visualizan todos con la misma simbología y no se nota donde está el cambio de una capa a otra. Por ejemplo, a continuación vemos los mismos datos que en la figura anterior, pero después de haber pulsado este botón:





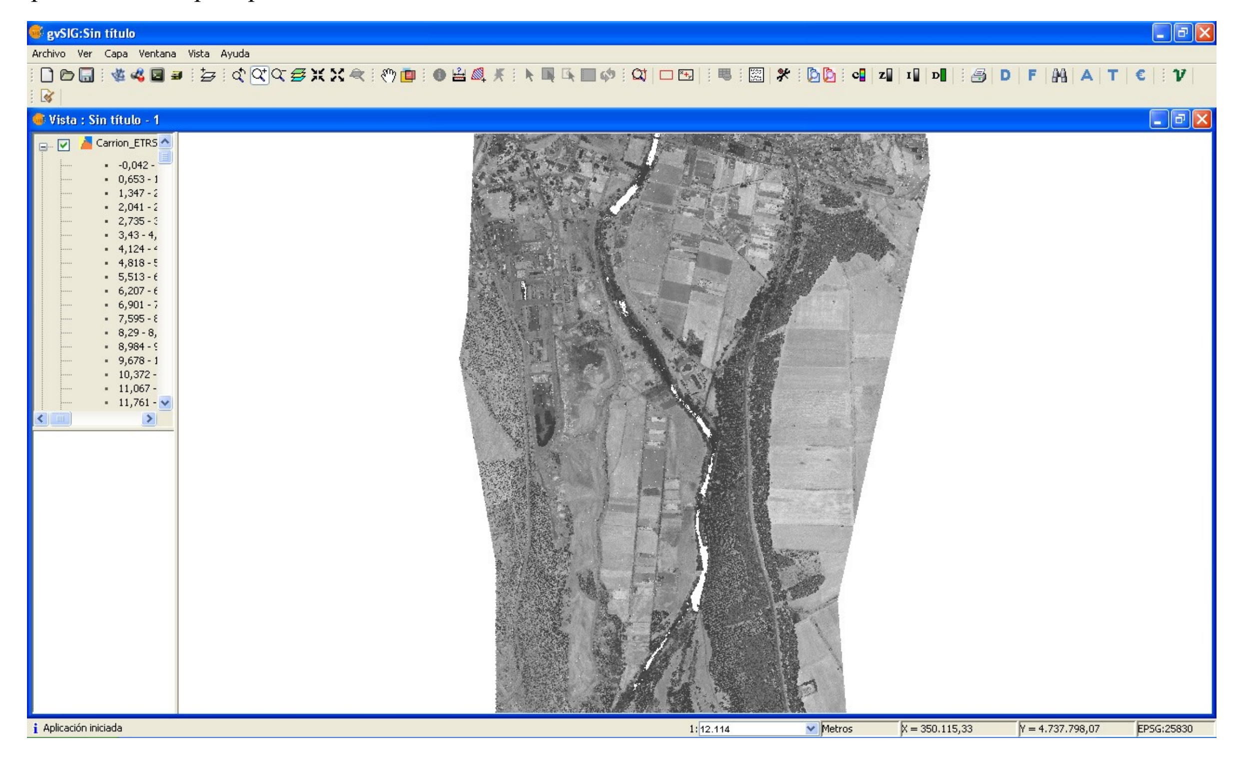
Al hacer zoom en una zona más pequeña, si tenemos ajustado el rango de colores para visualizar toda la extensión de los ficheros u otra zona de los mismos, es posible que no se visualizen los datos con mucho detalle (ejemplo a la izquierda en la figura siguiente), pero si volvemos a pulsar sobre este botón, se volverá a calcular la leyenda en función de los datos que estamos visualizando (ejemplo a la derecha en la figura siguiente), de forma ahora se puede distinguir mejor el rango de alturas que tenemos en pantalla.



I Pinta los datos LiDAR en función de la intensidad. Al pinchar en este botón también se realiza un cálculo estadístico de los valores de intensidad de los puntos que caen dentro de la vista. De esta forma, podemos ir ajustando la simbología para que se visualicen con más detalle las zonas que nos interesan. Esta simbología se aplica a



todas las capas LiDAR disponibles en la vista, de forma que los datos se visualizan todos con la misma simbología y no se nota donde está el cambio de una capa a otra. Por ejemplo, a continuación vemos los mismos datos que en los ejemplos anteriores pero pintados en función de la intensidad:



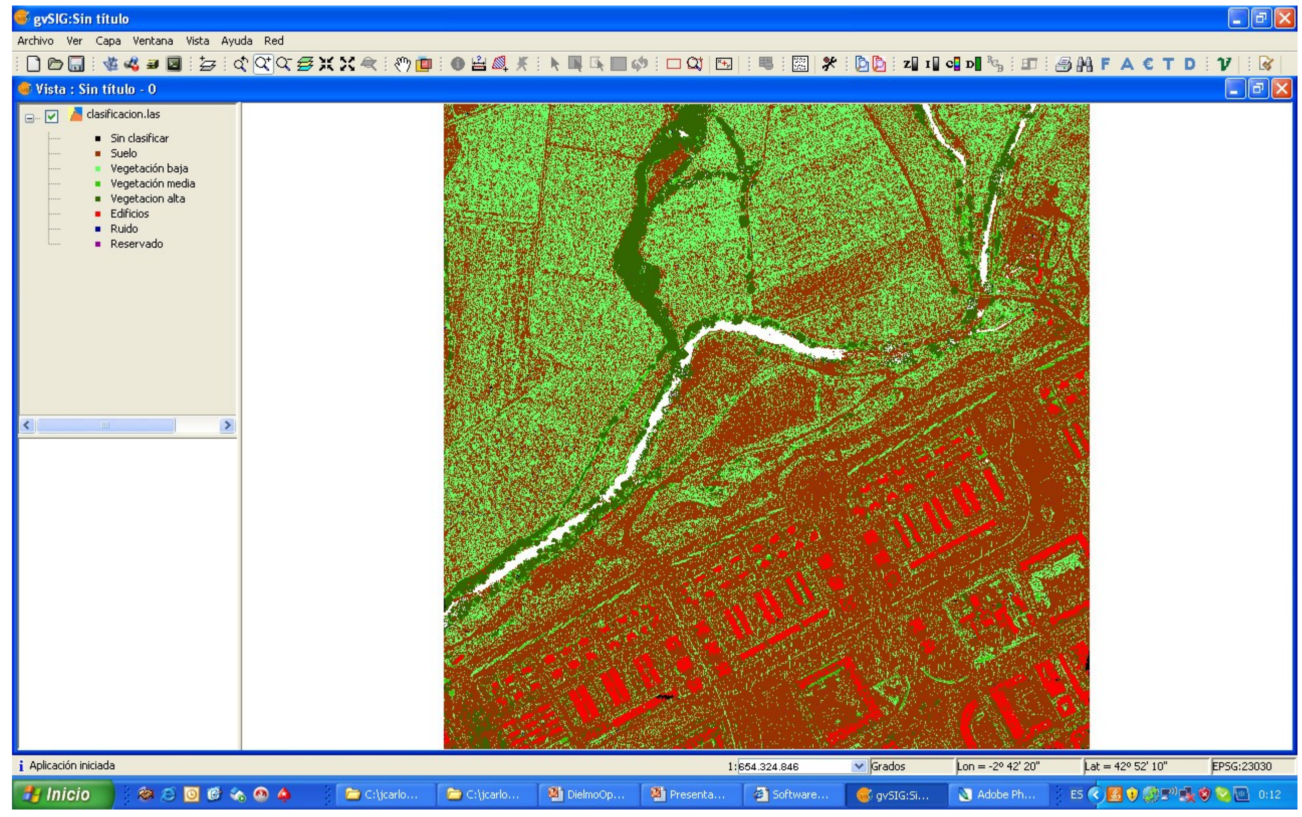
Al igual que en el caso de las alturas, si cada vez que pulsamos a este botón se calcula una nueva simbología en función de los valores de intensidad de los puntos que caen dentro de la vista, y esto se puede utilizar para buscar el rango que mejor se ajusta a nuestras necesidades.

Pinta los datos LiDAR en función de los valores de la tabla de clasificación que aparece en el documento LiDAR. Por lo tanto, para que este botón surta efecto, previamente tendremos que:

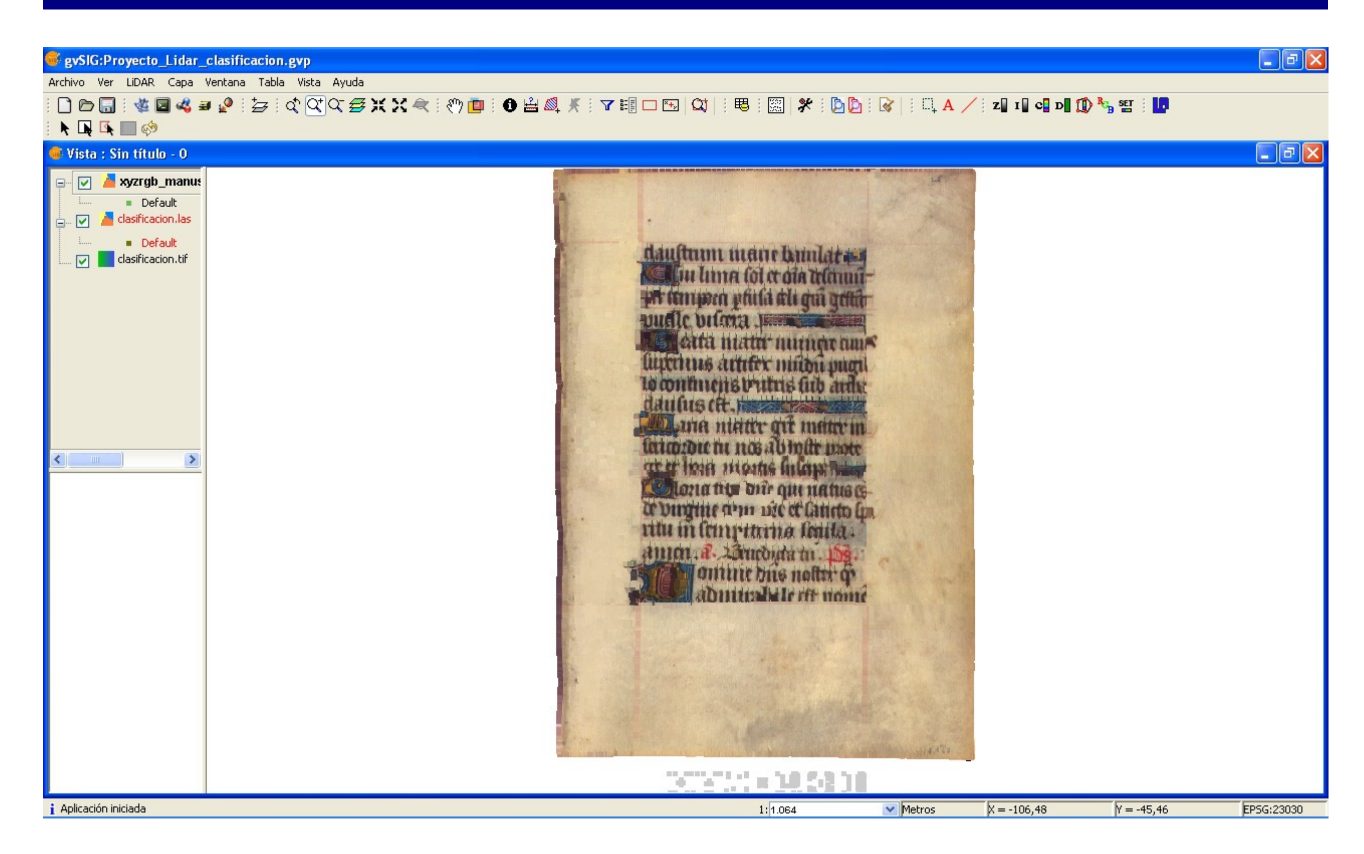
- Crear un documento LiDAR.
- Definir la clasificación que deseamos usar dentro del documento LiDAR activo que queramos usar.







En capas que disponen de color rgb (formatos BIN y LAS 1.2) es posible pintarlas con su color correspondiente. Como puede haber capas en la vista que no dispongan de rgb, cuando se pulsa este botón a esas capas se le aplicara la leyenda por defecto. Sino hay capas que tengan rgb este botón quedara inhabilitado. En la figura siguiente vemos como queda una capa de datos pintada en función del RGB definido para cada punto (en este caso se trata de un LiDAR terrestre midiendo un manuscrito).

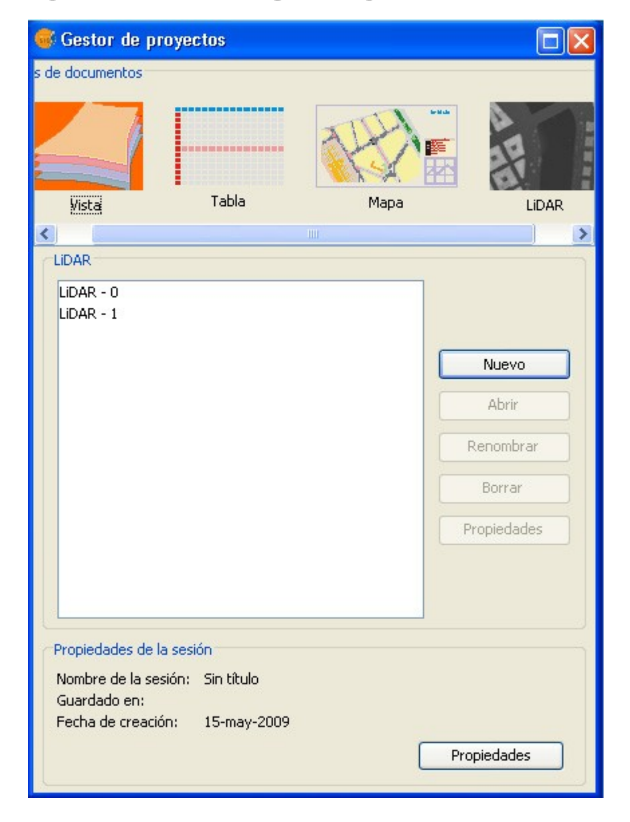


Vuelve a pintar los datos LiDAR con la simbología por defecto, aplicando un color aleatorio a cada una de las capas. De esta forma podemos saber la extensión que ocupa cada uno de los ficheros.



5.- Herramientas para la gestión de proyectos (el documento LiDAR)

Una vez establecidas en la fase anterior las bases para los desarrollos relacionados con datos LiDAR en gvSIG, la segunda fase consiste en desarrollar todas las herramientas necesarias para poder gestionar de forma más rápida y sencilla grandes volúmenes de datos LiDAR junto con otros datos GIS como ortofotos o cartografía vectorial. Para ello hemos creado un nuevo tipo de documento en gvSIG a parte de las vistas, tablas y mapas.



Dentro de este nuevo tipo de documento, definiremos todos los datos relacionados con el proyecto LiDAR, de forma que éstos se definirán una sola vez al principio y posteriormente desde la vista a la hora de cargar los datos o a la hora de lanzar los algoritmos de cálculo ya no será necesario indicar donde están los datos ni donde se deben de guardar los resultados, porque todo eso ya estará indicado en el documento LiDAR. A continuación vemos cada una de las ventanas que componen al documento LiDAR.



LiDAR - 0

Proyecto LiDAR
Datos
LiDAR
Zonas de control
Ortofotos
Vectoriales
Parametros
Clasificacion
Control calidad
Info

LIDAR SIN AJUSTAR

Ruta

Añadir
Eliminar

LINEA DE VUELO

Añadir

LIDAR AJUSTADOS

Ruta
C:\dielmo\lidar\PNOA_Valencia\LAS\PNOA_L8_2009_VAL_25cm_VLC_las_sc_090805_716-4368.las
C:\dielmo\lidar\PNOA_Valencia\LAS\PNOA_L8_2009_VAL_25cm_VLC_las_sc_090812_714-4368.las
C:\dielmo\lidar\PNOA_Valencia\LAS\PNOA_L8_2009_VAL_25cm_VLC_las_sc_090812_714-4370.las
C:\dielmo\lidar\PNOA_Valencia\LAS\PNOA_L8_2009_VAL_25cm_VLC_las_sc_090812_714-4374.las
C:\dielmo\lidar\PNOA_Valencia\LAS\PNOA_L8_2009_VAL_25cm_VLC_las_sc_090812_714-4378.las
C:\dielmo\lidar\PNOA_Valencia\LAS\PNOA_L8_2009_VAL_25cm_VLC_las_sc_090812_714-4380.las
C:\dielmo\lidar\PNOA_Valencia\LAS\PNOA_L8_2009_VAL_25cm_VLC_las_sc_090812_716-4370.las
C:\dielmo\lidar\PNOA_Valencia\LAS\PNOA_L8_2009_VAL_25cm_VLC_las_sc_090812_716-4372.las

Añadir
Eliminar

Aceptar
Cancelar

Dentro del documento LiDAR, a la izquierda tenemos un árbol que nos permite seleccionar entre varias ventanas para ir indicando todos los datos relacionados con un proyecto LiDAR. A continuación hacemos una descripción de la información que se introduce en cada una de las ventanas:

- **Datos LiDAR**: Corresponde con la figura anterior. Aquí indicaremos la ruta de todos los ficheros LiDAR de los que dispongamos para el proyecto en cuestión. Si a los datos LiDAR ya se les ha aplicado un ajuste de las variaciones de altura entre pasadas, los añadiremos dentro del apartado LiDAR ajustados. Por el momento no hay algoritmos que usen los LiDAR sin ajustar pero como previsión para el futuro se deja reservado un apartado para añadir los datos LiDAR sin ajustar y un vectorial con los polígonos de las líneas de vuelo.
- **Zonas de control**: Aquí se definen las rutas de los ficheros que contienen los levantamientos GPS que se tomarán como zonas de control.
- **Ortofotos**: Aquí se definen las rutas de las ortofotos de la zona, que podremos cargar de forma automática



desde la vista.

- **Vectoriales**: Aquí se definen las capas vectoriales (en cualquiera de los formatos soportados por gvSIG) asociados a la zona de estudio. También se puede definir una leyenda por defecto para cada una de las capas vectoriales, de forma que cuando se carguen automáticamente desde la vista lo hagan con dicha simbología.

- **Parámetros**: Corresponde con la imagen siguiente. Aquí se definen las rutas del área de interés (fichero shp de polígonos) que define la zona a procesar. Los bloques (fichero shp de polígonos) en los que vamos a cortar los datos para poder procesarlos de una forma más ágil (por ejemplo en bloques de 2x2 km). La ruta de salida donde se guardarán los resultados. La resolución con la que vamos a generar los productos de salida y el solape que se dará a cada uno de los bloques a la hora de procesar los datos para conseguir una correcta unión entre bloques después de hacer el mosaicado de los productos finales. Este apartado también esta reservado para futuros algoritmos y formas de trabajo, pero de momento se puede usar para definir el área de interés que nos facilita desde el cargador de capas el centrarnos la vista en nuestra zona de trabajo.

LiDAR - 0

Proyecto LiDAR
Datos
Parametros
Clasificacion
Control calidad
Info

AREA DE INTERES
C:\datos\AOI.shp — Añadir

BLOQUES
Añadir

RUTA
C:\datos\salida — Añadir

RESOLUCION (m): 1.0 SOLAPE (m): 200 TAM MAX EDIFICIO (m): 30

PRODUCTOS PRINCIPALES

Nombre de producto	Activo

PRODUCTOS AUXILIARES

Nombre de producto	Activo

Aceptar Cancelar



- **Clasificación**: Corresponde a la imagen de la figura siguiente. Aquí definiremos la tabla de clasificaciones que tendremos en cuenta a la hora de visualizar los datos clasificados y a la hora de interpretar los valores del campo Clasificación en la tabla correspondiente a cada uno de los puntos. Esto sustituye a las leyendas que se usaban en la fase 1 del desarrollo. Este panel nos permite cambiar el color con el que se pinta cada una de las clases, cambiar el valor con el que se clasifica cada una de las 11 clases por defecto (definidas como estándar en el formato Las 1.1 y superiores), añadir nuevas clases y activar las que serán visibles o invisibles en la vista.

LiDAR - 0

Documento LiDAR
- Datos
  - LiDAR
  - Zonas de control
  - Ortofotos
  - Vectoriales
- Parametros
- Clasificacion
- Info

TABLA DE CLASIFICACION

Simbolo	Valor	Clasificacion	Visible
	0	Creado, nunca clasificado	☑
	1	No clasificado	☑
	2	Suelo	☑
	3	Vegetacion baja	☑
	4	Vegetacion media	☑
	5	Vegetacion alta	☑
	6	Edificio	☑
	7	Punto bajo (ruido)	☑
	8	Model_key-point_(mass point)	☑
	9	Agua	☑
	12	Puntos solapados	☑

Añadir | Quitar | Quitar todos | Default

Aceptar | Cancelar

- **Control de calidad**: Este panel sirve para indicar la ruta de salida de los ficheros vectoriales resultado del control de calidad, para indicar cual es el campo que contiene el código de línea de vuelo en los ficheros LiDAR y definir la resolución de trabajo para el análisis de la ejecución del vuelo (se describirá más adelante).



LiDAR - 0

Proyecto LiDAR
Datos
LiDAR
Zonas de control
Ortofotos
Vectoriales
Parametros
Clasificacion
Control calidad
Info

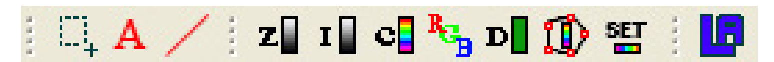
RUTA SALIDA CONTROL CALIDAD
C:\Documents and Settings\Ajcarlos\Mis documentos
Añadir
CAMPO DE LA LINEA DE VUELO
User_Bit_Field
RESOLUCION DE TRABAJO
20

Aceptar Cancelar

- **INFO**: Este panel se reserva para definir información adicional como el operador que está trabajando con los datos o la ruta del fichero log donde se irán guardando información de los procesos que se ejecuten.

Al pulsar el botón de Aceptar, se recopila la información de las rutas de los ficheros en diferentes formatos (LiDAR, vectoriales y raster) y la extensión geográfica que ocupa cada fichero de forma que esta información se pueda utilizar desde la vista cuando usemos la herramienta que carga capas de forma automática.

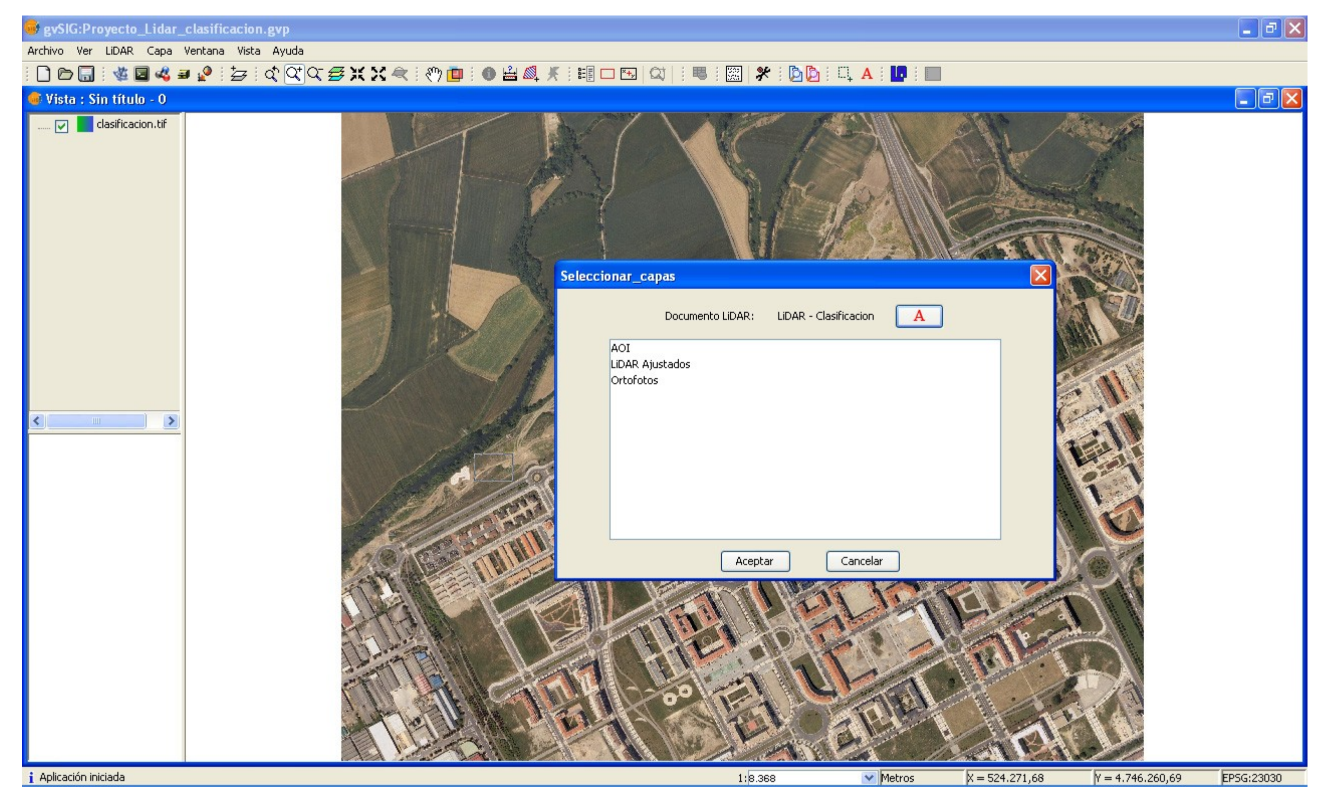
Una vez definidos los datos disponibles relacionados con el proyecto LiDAR, podemos volver a la vista y trabajar con los datos de una forma mucho más ágil. La nueva barra de herramientas LiDAR disponibles en la vista en esta segunda fase del proyecto es:





A continuación pasamos a describir los nuevos botones que no estaban en la fase 1.

Cargador de capas automático. Previamente, en la descripción de la fase 1 hemos visto como para cargar una capa teníamos que pulsar el botón de añadir capa y buscar la ruta del fichero que queremos abrir. Este proceso parece sencillo cuando estamos trabajando con poca información, pero no es trivial si tenemos en cuenta la cantidad de datos de la que vamos a disponer a nivel de toda España. En este caso, para encontrar entre todos esos ficheros el que cae dentro de la zona que queremos visualizar o aunque lo supiéramos, solamente el buscar el nombre del fichero entre los que tendremos en la misma carpeta sería un proceso muy lento. Por este motivo, la primera de las herramientas que se han añadido a la vista en esta fase 2 del proyecto consiste en este cargador de capas automático. Al pulsar este botón, se nos permite dibujar un rectángulo dentro de la vista y posteriormente se hace una búsqueda automática entre todos los datos geográficos definidos previamente en el documento LiDAR, mostrando esta ventana para elegir el tipo de dato que queremos cargar:



En la parte superior de la venta se indica el nombre del documento LiDAR activo, a partir del cual se cogerán los datos geográficos. Si quisiéramos cambiar el documento LiDAR activo, podemos pulsar el botón “A” que se describirá en el siguiente punto.



La ventana de selección de capas automática nos muestra un listado de todos los datos geográficos que están definidos en el documento LiDAR activo y que caen dentro del rectángulo que previamente hemos dibujado en la vista. Podemos seleccionar uno o varios elementos, y al pulsar el botón Aceptar estos datos se añaden a la tabla de contenidos de la vista activa y se visualizan superpuestos al resto de información que hubiera disponible.

Selección del documento LiDAR activo del cual se cogerán los datos de entrada/salida para cargar capas de forma automática o para lanzar los algoritmos de cálculo. Este modo de trabajar permite definir diferentes documentos LiDAR a la vez en un mismo proyecto de gvSIG y es muy útil en el caso de trabajar con una serie temporal de datos de la misma zona. Por ejemplo, en el caso de Gipuzkoa hay disponibles datos LiDAR del año 2005 y del año 2008, los ficheros correspondientes a cada uno de los años podrían estar definidos en un documento LiDAR diferente, y desde la vista podríamos seleccionar de qué año queremos cargar las capas de forma automática, de forma que podamos estudiar la evolución de la superficie terrestre. El documento LiDAR activo por defecto es el primero de la lista o el último que se ha utilizado. A continuación vemos la ventana que aparece al pulsar este botón para seleccionar el documento que queremos activar:



Selección por clasificación: Esta herramienta nos muestra una ventana con el listado de clases definido en el documento LiDAR activo y posteriormente parte de los puntos LiDAR que están seleccionados entre una o varias capas de la vista activa y realiza un filtro que restringe la selección solamente a los puntos que pertenecen a las clases seleccionadas.





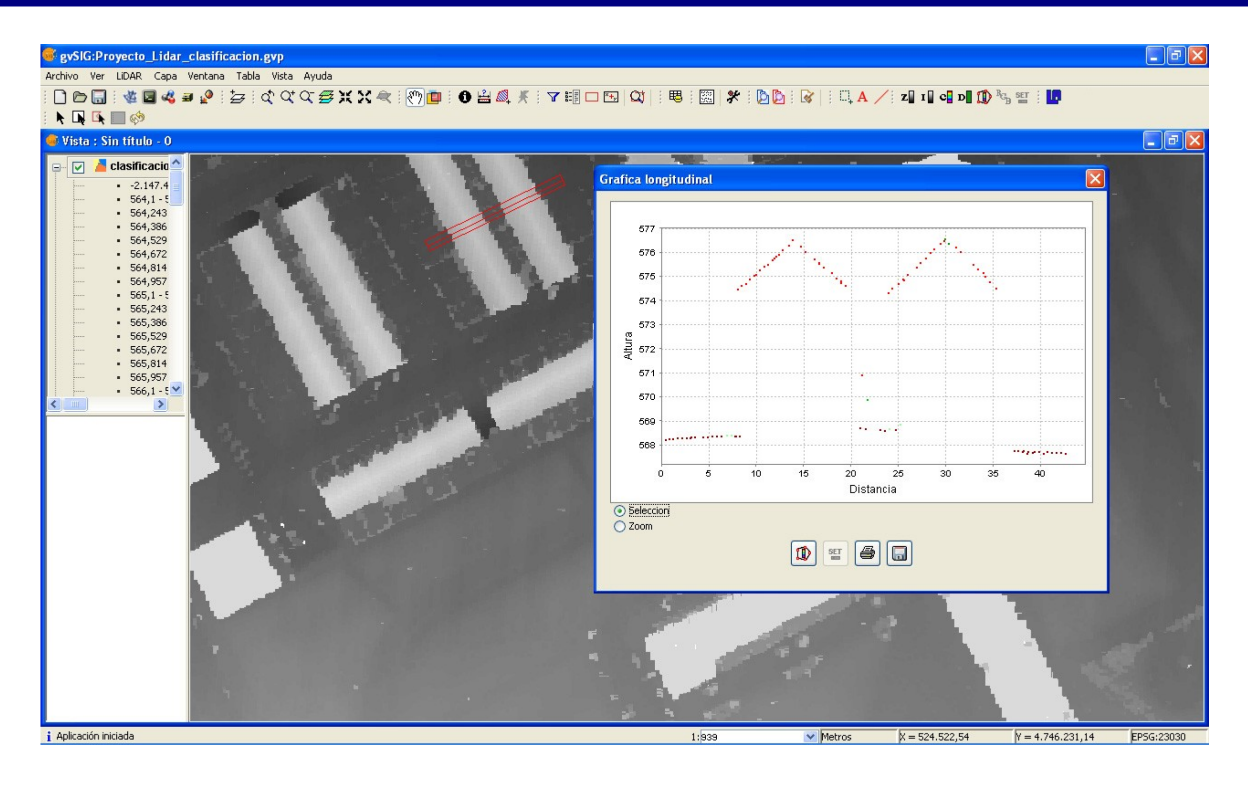
Establecer clasificación: Esta herramienta nos muestra la misma ventana que en el caso anterior con el listado de clases definido en el documento LiDAR activo y posteriormente asigna la clasificación deseada a los puntos seleccionados entre una o varias capas de la vista activa. Esta herramienta solamente está activa cuando las capas LiDAR están en edición y cuando el nivel de zoom es lo suficientemente alto como para pintar todos los puntos en la vista.

Perfil longitudinal. Esta herramienta permite un análisis más profundo de los datos así como hacer clasificaciones manuales o corregir las clasificaciones automáticas de los datos LiDAR, permitiendo realizar un adecuado control de calidad de los datos.

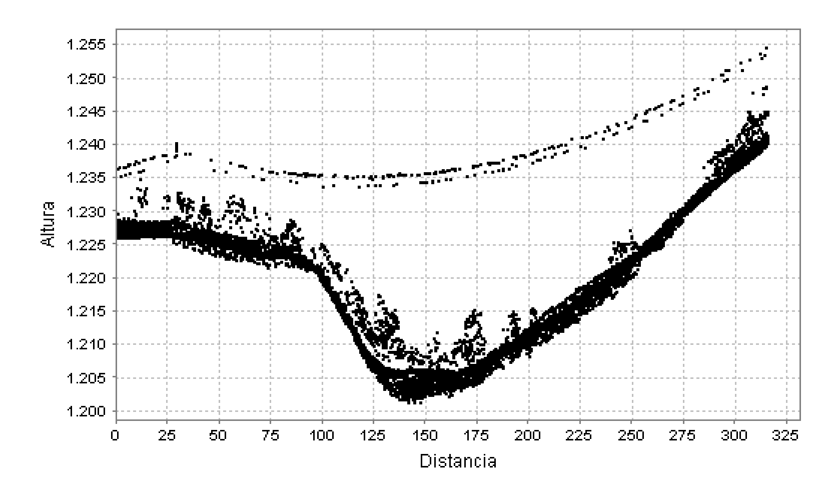
La herramienta se activa cuando hay alguna capa LiDAR en la vista y al pinchar este botón se nos permite definir la región de datos LiDAR para los cuales queremos visualizar el perfil longitudinal. Para ello en primer lugar definiremos una línea pinchando sobre dos puntos en la vista, y posteriormente alejando el ratón de la línea y volviendo a pinchar sobre la vista, podremos definir la profundidad del perfil.

Una vez definida la zona, aparece esta ventana con el perfil longitudinal de los puntos que hemos seleccionado. Por ejemplo, en la figura siguiente vemos un perfil longitudinal sobre dos edificios, y podemos identificar perfectamente los puntos que han caído en el tejado de los edificios, así como los puntos que son suelo y también observamos unos puntos que son vegetación en medio de los dos edificios.





Dentro de la gráfica, los puntos se pintan en función de su clasificación según la tabla de clasificaciones definida en el documento LiDAR activo. Si los puntos no estuvieran clasificados o no hubiera un documento LiDAR, estos se pintarán en el color que se haya definido para la clase creado, nunca clasificado. En la figura siguiente vemos otro ejemplo de gráfica longitudinal sobre una línea eléctrica. En este caso todos los puntos salen del mismo color porque el fichero las no está clasificado.



Sobre la gráfica solamente se pintan los puntos LiDAR que se estaban visualizando en la vista en el momento que se definió la región del perfil, por lo que hay que tener en cuenta dos cosas:



- Si se define la región del perfil mientras se están pintando puntos en la vista, en la gráfica longitudinal solamente aparecerán aquellos puntos que ya se habían pintado en la vista, y no los que se pinten posteriormente.
- Como ya comentamos previamente, la estrategia del driver para la visualización de los datos LiDAR en gvSIG pinta menos puntos en la vista conforme vamos alejando el nivel de zoom, por lo tanto si hacemos un perfil con un nivel de zoom alejado hay que tener en cuenta que no se están visualizando todos los puntos.

Dentro de la gráfica longitudinal tenemos una serie de herramientas que nos permiten analizar los datos de una forma más ágil. A continuación pasamos a describir cada una de estas herramientas.

- **Selección**: Permite definir sobre la gráfica longitudinal un polígono para seleccionar los puntos deseados. Una vez definido el polígono, los puntos seleccionados se pintan en color naranja dentro del gráfico longitudinal y los mismos puntos también quedan seleccionados en la vista.

- **Zoom**: Permite hacer un zoom dentro de la gráfica longitudinal para ver con más detalle los puntos deseados o seleccionar con más precisión. Si pulsamos sobre la gráfica con el botón derecho del ratón volvemos al zoom original.

- **Selección por clasificación**: Después de hacer una selección en la gráfica, podemos usar esta herramienta para que partiendo de los puntos seleccionados, se restrinja solamente a las clases seleccionadas. Este botón es equivalente al de la vista que hemos descrito previamente.

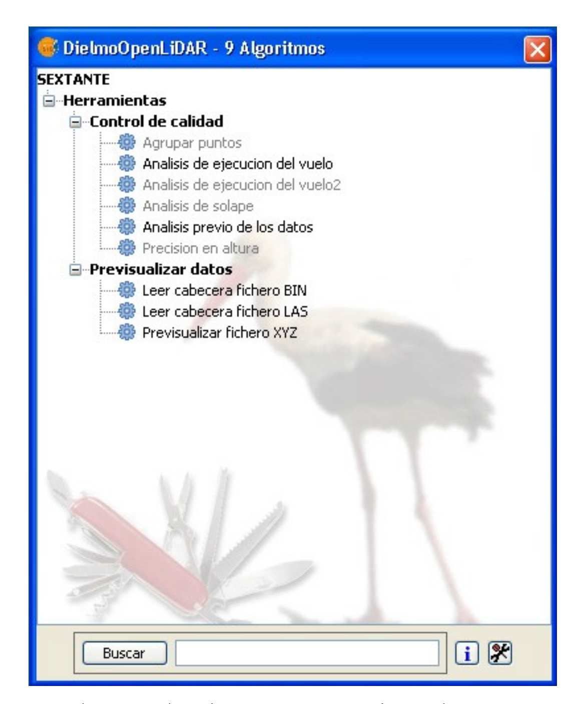
- **Establecer clasificación**: Después de hacer una selección en la gráfica, podemos usar esta herramienta para asignar la clasificación deseada a los puntos seleccionados. Esta herramienta solamente está activa cuando la capa LiDAR está en edición y cuando el nivel de zoom es lo suficientemente alto como para pintar todos los puntos en la vista). Este botón es equivalente al de la vista que hemos descrito previamente.

- **Imprimir:** Imprime la gráfica longitudinal en la impresora seleccionada.

- **Guardar**: Guarda la gráfica longitudinal en una imagen en formato png.

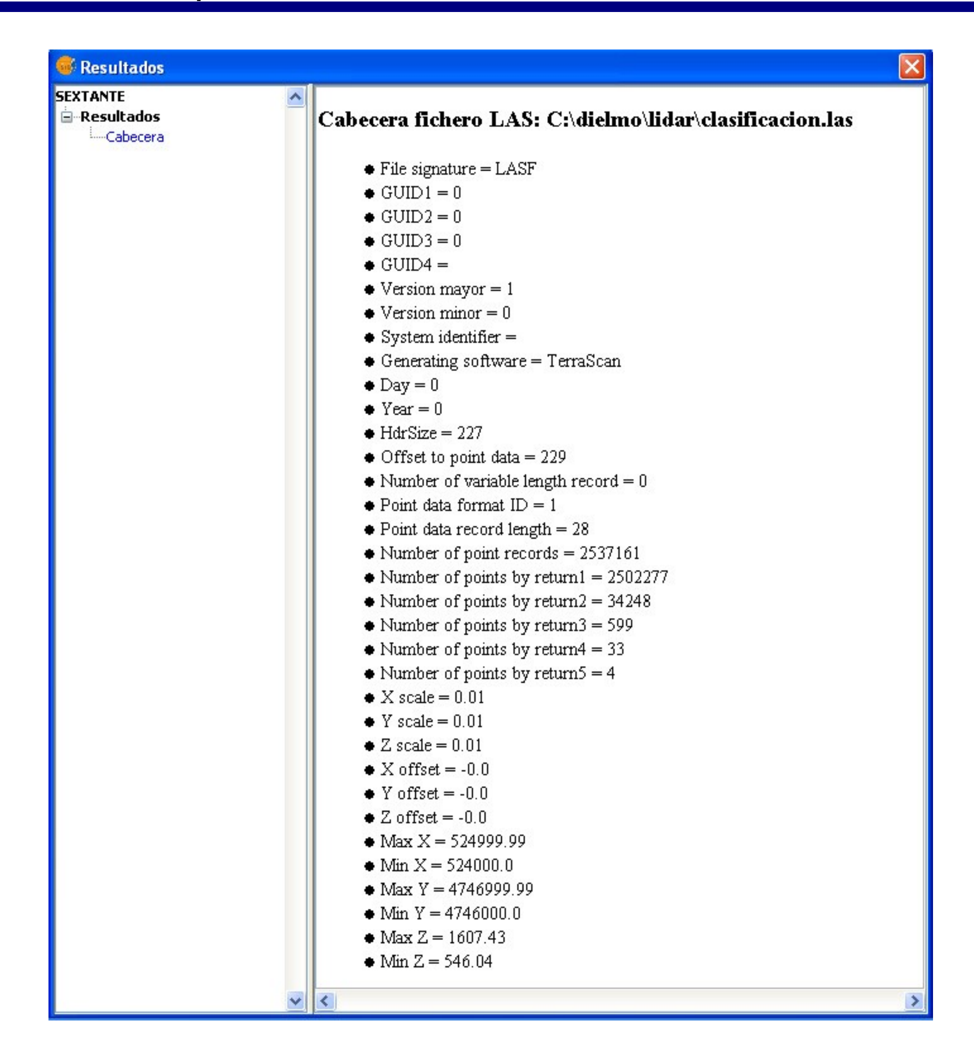


Algoritmos LiDAR: Aquí tenemos un recopilatorio donde vamos añadiendo todos los algoritmos de análisis necesarios de los datos LiDAR. En la figura siguiente vemos los disponibles hasta el momento y a continuación hacemos una breve descripción de cada uno de ellos.



- **Previsualizar datos**. Se trata de tres algoritmos que permiten obtener una previsualización de la cabecera de cualquier fichero en formato LAS, BIN o XYZ. Por ejemplo, en la figura siguiente vemos la cabecera de un fichero LAS, donde podemos observar entre otras muchas cosas, el número de puntos, los valores máximos y mínimos de X, Y, Z, etc.





- **Control de calidad**. Estos algoritmos se aplican a los datos LiDAR, obteniendo como resultado ficheros vectoriales con la información necesaria para que un técnico pueda determinar si la ejecución de los vuelos se ha ejecutado en función de las especificaciones:

1. **Análisis previo de los datos**. Este algoritmo coge como entrada un listado de capas LiDAR y genera como salida un fichero vectorial de polígonos en formato shp que contiene un rectángulo con la extensión geométrica de cada uno de los ficheros LiDAR de entrada. Además, para cada polígono se añade una tabla adjunta con la información de la ruta del fichero de entrada, densidad aproximada de puntos por metro cuadrado, número total de puntos del fichero, área del rectángulo generado y alturas máxima y mínima dentro del fichero. Toda esta información se obtiene de la cabecera de los ficheros de entrada, por lo que se genera de forma muy rápida y sirve para tener una primera idea de si están todos los datos.



2. **Agrupar puntos**. Este algoritmo coge como entrada una capa vectorial en formato shp de puntos y una distancia en metros (por defecto 50m). El resultado es una nueva capa vectorial de puntos en formato shp que contiene la misma información que la capa de entrada, al que se le ha añadido un campo nuevo con un identificador de grupo. Todos aquellos puntos cuya distancia entre alguno de ellos sea inferior a la distancia indicada en el campo de entrada se clasificarán con el mismo número de grupo. Los grupos se numeran por orden correlativo desde el nº 1 hasta el número de grupos encontrado en el fichero de entrada. Este algoritmo se utiliza internamente en el análisis de la precisión en altura.

3. **Precisión en altura.** Este algoritmo coge como entrada un listado de capas LiDAR, una capa vectorial en formato shp de puntos con las zonas de control, un desplegable para elegir el campo que tiene la información de la altura en el shp de puntos de entrada y un parámetro numérico con el radio (en metros) con el que vamos a buscar. Para cada punto de la capa de entrada busca entre todas las capas LiDAR los puntos que caen dentro del radio indicado como entrada (suponemos que los puntos de control se han tomado en zonas planas) y realiza un cálculo estadístico con el error medio y desviación estándar, comparando la altura del punto de control con los puntos LiDAR encontrados dentro del radio indicado. Posteriormente, hacemos una segunda selección de puntos, eliminando los extremos que están fuera de una desviación estándar de la media (para eliminar puntos altos o bajos que nos añadan un error a la medida). Internamente se llama al algoritmo de agrupar puntos, para agrupar aquellos puntos de control que pertenecen a las misma zona de control, de forma que se puedan hacer informes de precisión en altura por cada punto, por grupo o por el total de los puntos, por lo que también se añade un campo con la identificación de grupo.

4. **Análisis de la ejecución del vuelo**. Este es el algoritmo con más tiempo de cálculo debido a que se recorren el 100% de los puntos LiDAR apoyándonos en imágenes de la resolución de trabajo indicada. Cuanto menor sea la resolución de trabajo, se obtendrá una mayor definición en la forma de los polígonos obtenidos como ficheros de salida, pero por el contrario llevará más tiempo de cálculo y si la extensión de las capas LiDAR a la resolución de trabajo no cabe en memoria se producirá un error. Lo ideal para el formato que tienen los datos LiDAR del PNOA es trabajar a una resolución de 20x20m. Como resultados obtenemos 4 ficheros vectoriales:

   - Zona volada: Mapa vectorial de polígonos con la zona volada, almacenando un polígono por cada línea de vuelo presente en cada uno de los ficheros LAS que componen el vuelo LiDAR. Además para cada uno de los polígonos se almacena el código de línea de vuelo y el número de puntos LiDAR que contiene.
   - Agujeros: Mapa vectorial de polígonos con las zonas que han quedado sin volar. Estas zonas sin



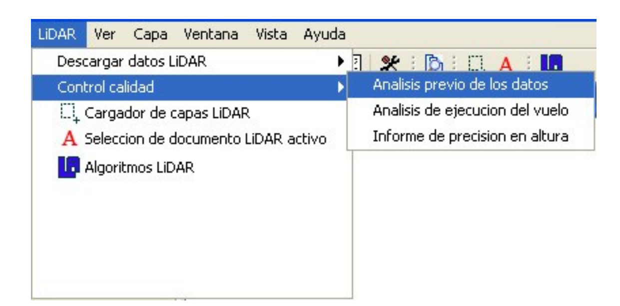
dato suelen ser zonas de agua, pero este análisis nos puede ayudar a detectar si hay alguna zona que se ha quedado sin volar debido a un error del sensor. En este algoritmo se obtiene una capa provisional que sirve como entrada al algoritmo siguiente para obtener el fichero de agujeros definitivo.

- Densidades: Mapa vectorial de polígonos con la densidad del número de puntos por metro cuadrado con un paso de malla de 100m en formato vectorial. Este mapa nos permitirá analizar si se han cumplido los requerimientos de densidad de puntos por metro cuadrado.
- Puntos planos: A partir de los datos LiDAR originales, buscamos zonas muy planas, donde la variación máxima en altura (diferencia entre la altura máxima y mínima) sea inferior a 30cm dentro de la resolución de trabajo. A partir de esta selección de puntos, nos quedaremos con aquellos que caen en zonas de solape y almacenamos un fichero vectorial de puntos con las diferencias de alturas entre pasadas que nos servirá para realizar un análisis del ajuste en altura entre pasadas.

5. **Análisis de la ejecución del vuelo 2**. Este es el algoritmo es continuación del anterior, y coge como entrada las salidas descritas en el punto anterior. Hemos decidido separar este proceso en dos fases debido a que la primera fase tiene un elevado coste computacional a tener que recorrer el 100% de los datos, y si se produce un error en esta segunda fase no es necesario tener que repetir todo el proceso anterior. Como resultado se obtienen otros 4 ficheros vectoriales que describimos a continuación:
   - Ámbito total de la zona volada: Partiendo del fichero vectorial de la zona volada se disuelve para obtener un único polígono con el área de la zona volada.
   - Líneas de vuelo: Partiendo del fichero vectorial de la zona volada se disuelve por el campo que almacena el código de línea de vuelo para obtener un único polígono por cada línea de vuelo, donde se almacena su código, el número de puntos contenidos en dicha línea de vuelo, el área del polígono y la densidad media de puntos en la línea de vuelo.
   - Zonas de solape: Partiendo del fichero de líneas de vuelo, obtenemos un nuevo fichero vectorial con los solapes entre pasadas y generamos una nueva capa vectorial de polígonos con los recubrimientos transversales entre pasadas. En la tabla adjunta se almacena el código de las dos líneas de vuelo que dan como resultado este solape, el porcentaje mínimo, máximo y medio de solape entre dichas pasadas.
   - Agujeros: Termina de generar este producto a partir del ámbito total de la zona volada.

Para que llamar a todos estos algoritmos sea lo más rápido y sencillo, dentro del menú LiDAR que aparece en la vista (lo vemos en la figura siguiente), hemos definido una serie de pasos automáticos para el cálculo del control de

calidad de datos LiDAR.



Al pulsar cada una de estas opciones, se cogen los datos de entrada y salida desde el documento LiDAR y se llama a los algoritmos descritos en el punto anterior de forma automática, de forma que para obtener todos los ficheros vectoriales descritos anteriormente, solamente es necesario definir los datos LiDAR de entrada y la ruta de salida en el documento LiDAR y posteriormente llamar desde el menú LiDAR de la vista a estos tres pasos:

1. Análisis previo de los datos.
2. Informe de precisión en altura.
3. Análisis de ejecución del vuelo.



6.- Más información, actualizaciones, actualizaciones y datos de muestra

En www.dielmo.com puede encontrar:

- Más información sobre la tecnología LiDAR.
- Actualizaciones semanales con nuevas funcionalidades.
- Datos de muestra para poder comenzar a manejar el programa.
- Tutoriales para realizar controles de calidad a los datos LiDAR.
- Previsión de trabajos futuros
- Cómo colaborar con el proyecto, etc.



GNU GENERAL PUBLIC LICENSE
Version 2, June 1991

Preamble

The licenses for most software are designed to take away your freedom to share and change it. By contrast, the GNU General Public License is intended to guarantee your freedom to share and change free software--to make sure the software is free for all its users. This General Public License applies to most of the Free Software Foundation's software and to any other program whose authors commit to using it. (Some other Free Software Foundation software is covered by the GNU Lesser General Public License instead.) You can apply it to your programs, too.

When we speak of free software, we are referring to freedom, not price. Our General Public Licenses are designed to make sure that you have the freedom to distribute copies of free software (and charge for this service if you wish), that you receive source code or can get it if you want it, that you can change the software or use pieces of it in new free programs; and that you know you can do these things.

To protect your rights, we need to make restrictions that forbid anyone to deny you these rights or to ask you to surrender the rights. These restrictions translate to certain responsibilities for you if you distribute copies of the software, or if you modify it.

For example, if you distribute copies of such a program, whether gratis or for a fee, you must give the recipients all the rights that you have. You must make sure that they, too, receive or can get the source code. And you must show them these terms so they know their rights.

We protect your rights with two steps: (1) copyright the software, and (2) offer you this license which gives you legal permission to copy, distribute and/or modify the software.

Also, for each author's protection and ours, we want to make certain that everyone understands that there is no warranty for this free software. If the software is modified by someone else and passed on, we want its recipients to know that what they have is not the original, so that any problems introduced by others will not reflect on the original authors' reputations.

Finally, any free program is threatened constantly by software patents. We wish to avoid the danger that redistributors of a free program will individually obtain patent licenses, in effect making the program proprietary. To prevent this, we have made it clear that any patent must be licensed for everyone's free use or not licensed at all.



The precise terms and conditions for copying, distribution and modification follow.

GNU GENERAL PUBLIC LICENSE
TERMS AND CONDITIONS FOR COPYING, DISTRIBUTION AND MODIFICATION

0. This License applies to any program or other work which contains a notice placed by the copyright holder saying it may be distributed under the terms of this General Public License. The "Program", below, refers to any such program or work, and a "work based on the Program" means either the Program or any derivative work under copyright law: that is to say, a work containing the Program or a portion of it, either verbatim or with modifications and/or translated into another language. (Hereinafter, translation is included without limitation in the term "modification".) Each licensee is addressed as "you".

Activities other than copying, distribution and modification are not covered by this License; they are outside its scope. The act of running the Program is not restricted, and the output from the Program is covered only if its contents constitute a work based on the Program (independent of having been made by running the Program). Whether that is true depends on what the Program does.

1. You may copy and distribute verbatim copies of the Program's source code as you receive it, in any medium, provided that you conspicuously and appropriately publish on each copy an appropriate copyright notice and disclaimer of warranty; keep intact all the notices that refer to this License and to the absence of any warranty; and give any other recipients of the Program a copy of this License along with the Program.

You may charge a fee for the physical act of transferring a copy, and you may at your option offer warranty protection in exchange for a fee.

2. You may modify your copy or copies of the Program or any portion of it, thus forming a work based on the Program, and copy and distribute such modifications or work under the terms of Section 1 above, provided that you also meet all of these conditions:

a) You must cause the modified files to carry prominent notices stating that you changed the files and the date of any change.

b) You must cause any work that you distribute or publish, that in whole or in part contains or is derived from the Program or any part thereof, to be licensed as a whole at no charge to all third parties under the terms of this License.

c) If the modified program normally reads commands interactively when run, you must cause it, when started running for such interactive use in the most ordinary way, to print or display an announcement including an appropriate copyright notice and a notice that there is no warranty (or else, saying that you provide a warranty) and that users may redistribute the program under these conditions, and telling the user how to view a copy of this License. (Exception: if the Program itself is interactive but



does not normally print such an announcement, your work based on the Program is not required to print an announcement.)

These requirements apply to the modified work as a whole. If identifiable sections of that work are not derived from the Program, and can be reasonably considered independent and separate works in themselves, then this License, and its terms, do not apply to those sections when you distribute them as separate works. But when you distribute the same sections as part of a whole which is a work based on the Program, the distribution of the whole must be on the terms of this License, whose permissions for other licensees extend to the entire whole, and thus to each and every part regardless of who wrote it.

Thus, it is not the intent of this section to claim rights or contest your rights to work written entirely by you; rather, the intent is to exercise the right to control the distribution of derivative or collective works based on the Program.

In addition, mere aggregation of another work not based on the Program with the Program (or with a work based on the Program) on a volume of a storage or distribution medium does not bring the other work under the scope of this License.

3. You may copy and distribute the Program (or a work based on it, under Section 2) in object code or executable form under the terms of Sections 1 and 2 above provided that you also do one of the following:

a) Accompany it with the complete corresponding machine-readable source code, which must be distributed under the terms of Sections 1 and 2 above on a medium customarily used for software interchange; or,

b) Accompany it with a written offer, valid for at least three years, to give any third party, for a charge no more than your cost of physically performing source distribution, a complete machine-readable copy of the corresponding source code, to be distributed under the terms of Sections 1 and 2 above on a medium customarily used for software interchange; or,

c) Accompany it with the information you received as to the offer to distribute corresponding source code. (This alternative is allowed only for noncommercial distribution and only if you received the program in object code or executable form with such an offer, in accord with Subsection b above.)

The source code for a work means the preferred form of the work for making modifications to it. For an executable work, complete source code means all the source code for all modules it contains, plus any associated interface definition files, plus the scripts used to control compilation and installation of the executable. However, as a special exception, the source code distributed need not include anything that is normally distributed (in either source or binary form) with the major components (compiler, kernel, and so on) of the operating system on which the executable runs, unless that component itself accompanies the executable.




If distribution of executable or object code is made by offering access to copy from a designated place, then offering equivalent access to copy the source code from the same place counts as distribution of the source code, even though third parties are not compelled to copy the source along with the object code.

4. You may not copy, modify, sublicense, or distribute the Program except as expressly provided under this License. Any attempt otherwise to copy, modify, sublicense or distribute the Program is void, and will automatically terminate your rights under this License. However, parties who have received copies, or rights, from you under this License will not have their licenses terminated so long as such parties remain in full compliance.

5. You are not required to accept this License, since you have not signed it. However, nothing else grants you permission to modify or distribute the Program or its derivative works. These actions are prohibited by law if you do not accept this License. Therefore, by modifying or distributing the Program (or any work based on the Program), you indicate your acceptance of this License to do so, and all its terms and conditions for copying, distributing or modifying the Program or works based on it.

6. Each time you redistribute the Program (or any work based on the Program), the recipient automatically receives a license from the original licensor to copy, distribute or modify the Program subject to these terms and conditions. You may not impose any further restrictions on the recipients' exercise of the rights granted herein. You are not responsible for enforcing compliance by third parties to this License.

7. If, as a consequence of a court judgment or allegation of patent infringement or for any other reason (not limited to patent issues), conditions are imposed on you (whether by court order, agreement or otherwise) that contradict the conditions of this License, they do not excuse you from the conditions of this License. If you cannot distribute so as to satisfy simultaneously your obligations under this License and any other pertinent obligations, then as a consequence you may not distribute the Program at all. For example, if a patent license would not permit royalty-free redistribution of the Program by all those who receive copies directly or indirectly through you, then the only way you could satisfy both it and this License would be to refrain entirely from distribution of the Program.

If any portion of this section is held invalid or unenforceable under any particular circumstance, the balance of the section is intended to apply and the section as a whole is intended to apply in other circumstances.

It is not the purpose of this section to induce you to infringe any patents or other property right claims or to contest validity of any such claims; this section has the sole purpose of protecting the integrity of the free software distribution system, which is implemented by public license practices. Many people have made generous contributions to the wide range of software distributed




through that system in reliance on consistent application of that system; it is up to the author/donor to decide if he or she is willing to distribute software through any other system and a licensee cannot impose that choice.

This section is intended to make thoroughly clear what is believed to be a consequence of the rest of this License.

8. If the distribution and/or use of the Program is restricted in certain countries either by patents or by copyrighted interfaces, the original copyright holder who places the Program under this License may add an explicit geographical distribution limitation excluding those countries, so that distribution is permitted only in or among countries not thus excluded. In such case, this License incorporates the limitation as if written in the body of this License.

9. The Free Software Foundation may publish revised and/or new versions of the General Public License from time to time. Such new versions will be similar in spirit to the present version, but may differ in detail to address new problems or concerns.

Each version is given a distinguishing version number. If the Program specifies a version number of this License which applies to it and "any later version", you have the option of following the terms and conditions either of that version or of any later version published by the Free Software Foundation. If the Program does not specify a version number of this License, you may choose any version ever published by the Free Software Foundation.

10. If you wish to incorporate parts of the Program into other free programs whose distribution conditions are different, write to the author to ask for permission. For software which is copyrighted by the Free Software Foundation, write to the Free Software Foundation; we sometimes make exceptions for this. Our decision will be guided by the two goals of preserving the free status of all derivatives of our free software and of promoting the sharing and reuse of software generally.

NO WARRANTY

11. BECAUSE THE PROGRAM IS LICENSED FREE OF CHARGE, THERE IS NO WARRANTY FOR THE PROGRAM, TO THE EXTENT PERMITTED BY APPLICABLE LAW. EXCEPT WHEN OTHERWISE STATED IN WRITING THE COPYRIGHT HOLDERS AND/OR OTHER PARTIES PROVIDE THE PROGRAM "AS IS" WITHOUT WARRANTY OF ANY KIND, EITHER EXPRESSED OR IMPLIED, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. THE ENTIRE RISK AS TO THE QUALITY AND PERFORMANCE OF THE PROGRAM IS WITH YOU. SHOULD THE PROGRAM PROVE DEFECTIVE, YOU ASSUME THE COST OF ALL NECESSARY SERVICING, REPAIR OR CORRECTION.

12. IN NO EVENT UNLESS REQUIRED BY APPLICABLE LAW OR AGREED TO IN WRITING WILL ANY COPYRIGHT HOLDER, OR ANY OTHER PARTY WHO MAY MODIFY AND/OR REDISTRIBUTE THE PROGRAM AS PERMITTED ABOVE, BE LIABLE TO YOU FOR DAMAGES, INCLUDING ANY GENERAL, SPECIAL, INCIDENTAL OR CONSEQUENTIAL DAMAGES ARISING OUT OF THE USE OR INABILITY TO USE THE PROGRAM (INCLUDING BUT NOT LIMITED TO LOSS OF DATA OR DATA BEING RENDERED INACCURATE OR LOSSES SUSTAINED BY



YOU OR THIRD PARTIES OR A FAILURE OF THE PROGRAM TO OPERATE WITH ANY OTHER PROGRAMS), EVEN IF SUCH HOLDER OR OTHER PARTY HAS BEEN ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGES.

END OF TERMS AND CONDITIONS

How to Apply These Terms to Your New Programs

If you develop a new program, and you want it to be of the greatest possible use to the public, the best way to achieve this is to make it free software which everyone can redistribute and change under these terms.

To do so, attach the following notices to the program. It is safest to attach them to the start of each source file to most effectively convey the exclusion of warranty; and each file should have at least the "copyright" line and a pointer to where the full notice is found.

```
<one line to give the program's name and a brief idea of what it does.>
Copyright (C) <year>  <name of author>

This program is free software; you can redistribute it and/or modify
it under the terms of the GNU General Public License as published by
the Free Software Foundation; either version 2 of the License, or
(at your option) any later version.

This program is distributed in the hope that it will be useful,
but WITHOUT ANY WARRANTY; without even the implied warranty of
MERCHANTABILITY or FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE.  See the
GNU General Public License for more details.

You should have received a copy of the GNU General Public License along
with this program; if not, write to the Free Software Foundation, Inc.,
51 Franklin Street, Fifth Floor, Boston, MA 02110-1301 USA.
```

Also add information on how to contact you by electronic and paper mail.

If the program is interactive, make it output a short notice like this when it starts in an interactive mode:

```
Gnomovision version 69, Copyright (C) year name of author
Gnomovision comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY; for details type `show w'.
This is free software, and you are welcome to redistribute it
under certain conditions; type `show c' for details.
```

The hypothetical commands `show w' and `show c' should show the appropriate parts of the General Public License. Of course, the commands you use may be called something other than `show w' and `show c'; they could even be mouse-clicks or menu items--whatever suits your program.

You should also get your employer (if you work as a programmer) or your school, if any, to sign a "copyright disclaimer" for the program, if necessary. Here is a sample; alter the names:

```
Yoyodyne, Inc., hereby disclaims all copyright interest in the program
`Gnomovision' (which makes passes at compilers) written by James Hacker.
```





<signature of Ty Coon>, 1 April 1989
Ty Coon, President of Vice

This General Public License does not permit incorporating your program into proprietary programs. If your program is a subroutine library, you may consider it more useful to permit linking proprietary applications with the library. If this is what you want to do, use the GNU Lesser General Public License instead of this License.